


Cleanerless developing method using mono-component developer.

Patent Number: EP0520799, A3, B1
 Publication date: 1992-12-30
 Inventor(s): HOSOYA MASAHIRO (JP); OSUGI YUKIHIRO (JP); SAITO MITSUNAGA (JP); UEHARA TSUTOMU (JP)
 Applicant(s): TOKYO ELECTRIC CO LTD (JP); TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO (JP)
 Requested Patent: JP5002287
 Application Number: EP19920305871 19920625
 Priority Number (s): JP19910153197 19910625
 IPC Classification: G03G21/00
 EC Classification: G03G13/08; G03G21/00B7
 Equivalents: DE69221960D, DE69221960T, JP3074037B2, KR9700361, US5283618
 Cited Documents: EP0400563; EP0390599; JP61093457

Abstract

This invention relates to a cleanerless developing method using a mono-component toner, which method effects simultaneous developing and cleaning operations in the step of development. It more particularly relates to a method which is capable of forming images of outstanding quality without entailing generation of positive memory or negative memory. In the cleanerless developing method using a mono-component toner, the absolute value of the magnitude, $|qt|$, of charging the developing toner to be used is selected to fall in the range between 0.5 [mC/kg] and 40 [mC/kg], the absolute value of the magnitude, $|qr|$, of charging the residual toner to be introduced into the step for simultaneous developing and cleaning as deposited on the surface of the latent image retaining member is set to fall in the range between 0.5 [mC/kg] and 60 [mC/kg], or the absolute value of the magnitude, $|qz|$, of charging the residual toner during the step for uniformizing the residual toner is selected to fall below the upper limit of 40 [mC/kg]. By selecting the magnitude of charging the toner within at least one of the ranges mentioned above, the cleanerless developing method using a mono-component toner is always and easily enabled to produce images of high quality without entailing the generation of positive memory or negative memory. 

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-2287

(43) 公開日 平成5年(1993)1月8日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 G 9/087				
15/08		7810-2H		
15/22	1 0 1 C	6830-2H		
21/00	1 1 1	6605-2H		
		7144-2H		
			G 0 3 G 9/08	3 8 1
			審査請求 未請求	請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平3-153197

(22) 出願日 平成3年(1991)6月25日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000003562

東京電気株式会社

東京都目黒区中目黒2丁目6番13号

(72) 発明者 細矢 雅弘

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 斉藤 三長

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 須山 佐一 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は現像工程で現像とクリーニングとを同時に行うクリーナレス画像形成方法において、常に画像品質のすぐれた画像を形成し得る方法の提供を目的とする。

【構成】 クリーナレス画像形成方法において、使用する現像トナーとして、(a) 固有電気抵抗値 R が、 $R \geq 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ を満たし、かつ現像トナーの帯電量 q_i が、 $0.5 [\text{mC/kg}] \leq |q_i| \leq 40 [\text{mC/kg}]$ もしくは、(b) 転写後に感光体面に残留する残留トナーが、潜像形成工程を通過した後に有する電荷量 q_r が、 $0.5 [\text{mC/kg}] \leq |q_r| \leq 60 [\text{mC/kg}]$ もしくは、(c) 現像工程において潜像に対峙する現像トナー量 k_{m0} が、 $0.6 [\times 10^{-2} \text{kg/m}^2] \leq k_{m0} \leq 3.0 [\times 10^{-2} \text{kg/m}^2]$ にそれぞれ選択・設定される。

【効果】 本発明によれば、ポジメモリやネガメモリのない高品位な画像が常に、また容易に得られる。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 潜像保持体の表面に潜像を形成する潜像形成工程と、前記潜像を形成した潜像保持体面へ現像装置のトナー担持体表面に形成されたトナー薄層を接触もしくは対峙させて潜像をトナー像化する現像工程と、前記トナー像を像支持体面に転写する像転写工程を具備し、上記の現像工程で潜像をトナー像化するとともに、前記転写後に潜像保持体面上に残留する残留トナーを前記現像装置内に吸引・回収する画像形成方法において、トナーの固有電気抵抗値Rが、

$$R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$$

を満たし、かつ現像領域に進入するトナー担持体表面の現像トナーの帯電量 q_1 が、

$$0.5 [\text{mC/kg}] \leq |q_1| \leq 40 [\text{mC/kg}]$$

を満たしていることを特徴とする画像形成方法。

【請求項2】 潜像保持体の表面に潜像を形成する潜像形成工程と、前記潜像を形成した潜像保持体面へ現像装置のトナー担持体表面に形成されたトナー薄層を接触もしくは対峙させて潜像をトナー像化する現像工程と、前記トナー像を像支持体面に転写する像転写工程を具備し、上記の現像工程で潜像をトナー像化するとともに、前記転写後に潜像保持体面上に残留する残留トナーを前記現像装置内に吸引・回収する画像形成方法において、トナーの固有電気抵抗値Rが、

$$R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$$

を満たし、かつ現像領域に進入するトナー担持体表面の残留トナーの帯電量 q_1 が、

$$0.5 [\text{mC/kg}] \leq |q_1| \leq 60 [\text{mC/KG}]$$

を満たしていることを特徴とする画像形成方法。

【請求項3】 潜像保持体の表面に潜像を形成する潜像形成工程と、前記潜像を形成した潜像保持体面へ現像装置のトナー担持体表面に形成されたトナー薄層を接触もしくは対峙させて潜像をトナー像化する現像工程と、前記トナー像を像支持体面に転写する像転写工程と、前記転写後に潜像保持体面上に残留する残留トナーの分布を均一化する均一化工程を具備し、上記の現像工程で潜像をトナー像化するとともに、前記均一化工程により分布が均一化された残留トナーを前記現像装置内に吸引・回収する画像形成方法において、均一化工程における残留トナーの帯電量 q_1 が、

$$|q_1| \leq 40 [\text{mC/kg}]$$

を満たしていることを特徴とする画像形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、電子写真方式に基づく画像形成方法に係り、さらに詳しくは転写後の残留トナーをクリーニングするクリーニング装置を用いずに画像記録を行なう画像形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子写真方式に基づく画像形成方法にお

2

いて、転写野地の残留トナーをクリーニングするクリーニング装置を用いずに、現像装置によって現像と同時に残留トナーを現像装置内に回収する画像形成方法（以後クリーナレス画像形成方法という）が、たとえば特開昭59-133573号公報、特開昭59-157661号公報などによって知られている。これらの公報にはクリーナレス画像形成方法の基本思想が開示されており、その骨子は次のように要約される。つまり、図12に要部構成を断面的に示すように、レーザプリンタに代表される電子写真プリンタにおいては、周知の反転現像法を使用する場合が多い。

【0003】反転現像法においては、感光体1と同極性に帯電しているトナー2の粒子を用いて、感光体1表面の電荷が存在しない部分（もしくは電荷量が少ない部分）にトナー2を付着させ、電荷が存在する部分にはトナー2を付着させない構成を採っている。このような選択的なトナー2の付着を実現するためには、現像装置3内のトナー担持体4に、感光体1表面の帯電部分の電位 V_0 と非帯電部分の電位 V_1 の間の電圧 V_0 （ $|V_1| < |V_0| < |V_0|$ ）を印加し、帯電部分との間の電界によって感光体1面へのトナー2の付着を抑制し、非帯電部分との間の電界によって感光体1面へトナー2を付着させる。

【0004】そして、感光体1面に付着したトナー2は周知の転写帯電器5によって像支持体6面に転写される。この像転写工程においては、一般に全てのトナー2の粒子が転写されることがなく、転写後の感光体1面上には残留トナー2'が画像状に分布している。通常の画像形成方法においては、破線で示したクリーナ7によって残留トナー2'を回収した後、除電ランプ8によって感光体1面の電荷を除去し、再び潜像形成工程（帯電器9による均一帯電工程と、光ビーム10による露光工程）に至る。

【0005】これに対して、クリーナレス画像形成方法においては、クリーナ7を用いずに残留トナー2'を現像工程に至らしめ、現像と同時に現像装置3内に残留トナー2'を回収する。厳密に言えば、光ビーム10の露光によって形成される潜像のうち、帯電部分（すなわち未露光部もしくは非画像部）に存在する残留トナー2'は、帯電器9によって潜像と同極性に確実に帯電されているため、トナー担持体4から感光体1へトナー2が転移することを抑制する電界、すなわち前記 V_0 と V_1 との電位差による電界によってトナー担持体4側へ転移する。同時に非帯電部分、すなわち露光部もしくは画像部に存在する残留トナー2'はトナー担持体4から感光体1へ向かう力を受け感光体1面上に残留する。この非帯電部分には、トナー担持体4から新たなトナー2が転移し、現像と同時にクリーニングが行われる。

【0006】このように、クリーナレス画像形成方法においては、クリーナ7やクリーニングされたトナー、す

3

なわち廃トナーを収納する廃トナーボックスが不要となるため、装置の小形化と簡略化が容易になる。また、残留トナー2'は現像装置3に回収されて再使用されるため、廃トナーが生じることもなく経済的であること、クリーニングブレードなどによって感光体1を摺擦することがないので、感光体1の長寿命化が可能になるなど、多くのメリットが得られる。

【0007】しかしながら、このクリーナレス画像形成方法においては、次の理由によりゴースト像が現れる場合がある。

【0008】第1に、高温環境下においては、像支持体6としての紙が吸湿して低抵抗化するため、一般に転写効率が低下し、多量のトナーが感光体1面上に残留する傾向がある。残像トナー2'量が過大になると、現像装置3において完全にクリーニングすることができなくなり、非画像部に残像トナー2'が残留してしまうため、転写画像の白地部にボジのゴーストが現れる（以後、ボジゴーストもしくはボジメモリと呼ぶ）。

【0009】第2に、残留トナー2'量が過大になると、光ビーム10による露光工程において、残留トナー2'が光ビーム10を遮光するため、感光体1表面電位の減衰が不十分となり、 V_0 と V_1 の中間の電位状態（ V_1' とする）となってしまう。そして、この様な部位においては、現像電圧 $V_0 - V_1'$ となり、周囲の露光部の現像電圧 $V_0 - V_1$ よりも小さな値となるため、トナー担持体4から感光体1へのトナー転移量が周囲に比べて少なく、したがって転写画像の画像部には、残留トナー像が白ぬけ像（以後、ネガゴーストもしくはネガメモリと呼ぶ）となって現れることになる。この現象は、網点画像ラインやライン画像の集合から成るハーフトーン画像において特に顕著に現れる。

【0010】これに対し、特開昭62-203183号公報には導電性ブラシに電圧を印加し、感光体1面に軽く接触させることによって、ゴーストを除去し得る技術が開示されている。すなわち、導電性ブラシに直流電源によってトナーの帯電性とは逆の極性の電圧を印加し、残留トナーをクーロン力によって一旦導電性ブラシに吸引する。ここで、前記導電性ブラシが抱え得るトナー量には限界があるため、飽和状態に達した後は徐々にトナーが離脱して感光体面に付着して搬送されるが、トナーの付着状態、すなわち付着するトナーの分布が均一化されるため、露光工程における遮光作用や現像工程におけるクリーニング不良が抑制され、メモリの発生が防止される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の導電性ブラシによるトナーの均一化操作を施した後にも、メモリが発生する場合がしばしば認められる。この問題は主として現像トナー2および残留トナーの帯電量とトナー担持体（現像ローラ）の表面に付着して現像位置に進入する現像トナーの量に依存している。つまり、

4

現像トナーおよび残留トナーの帯電量が過大な場合には、現像位置において両者の間に静電反発力が生じて現像およびクリーニングが不完全となる。また、トナー帯電量が著しく小さい場合、トナーこぼれやクリーニング不良の問題が生じ、さらに現像トナー量が過大のときにもクリーニング電界が弱まり、ボジメモリを発生する傾向がある。いずれにせよ、従来のクリーナレス画像形成方法およびクリーナレス記録装置による画像形成においては、メモリの発生を確実に防止することが困難で、これらの問題の解決、解消が望まれている。

【0012】本発明はかかる従来技術の課題を解決すべくなされたもので、如何なる条件下でも常に良好な画像を出力できるクリーナレス画像形成方法の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像形成方法の第1の発明は、潜像保持体の表面に潜像を形成する潜像形成工程と、前記潜像を形成した潜像保持体面へ現像装置のトナー担持体表面に形成されたトナー薄層を接触もしくは対峙させて潜像をトナー像化する現像工程と、前記トナー像を像支持体面に転写する像転写工程を具備し、上記の現像工程で潜像をトナー像化するとともに、前記転写後に潜像保持体面上に残留する残留トナーを前記現像装置内に吸引・回収する画像形成方法において、トナーの固有電気抵抗値 R が、

$$R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$$

を満たし、かつ現像領域に進入するトナー担持体表面の現像トナーの帯電量 q_1 が、

$$0.5 [\mu\text{C}/\text{kg}] \leq |q_1| \leq 40 [\mu\text{C}/\text{kg}]$$

を満たしていることを特徴とする。

【0014】本発明に係る画像形成方法の第2の発明は、潜像保持体の表面に潜像を形成する潜像形成工程と、前記潜像を形成した潜像保持体面へ現像装置のトナー担持体表面に形成されたトナー薄層を接触もしくは対峙させて潜像をトナー像化する現像工程と、前記トナー像を像支持体面に転写する像転写工程を具備し、上記の現像工程で潜像をトナー像化するとともに、前記転写後に潜像保持体面上に残留する残留トナーを前記現像装置内に吸引・回収する画像形成方法において、トナーの固有電気抵抗値 R が、

$$R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$$

を満たし、かつ現像領域に進入するトナー担持体表面の残留トナーの帯電量 q_1 が、

$$0.5 [\mu\text{C}/\text{kg}] \leq |q_1| \leq 60 [\mu\text{C}/\text{KG}]$$

を満たしていることを特徴とする。

【0015】本発明に係る画像形成方法の第3の発明は、潜像保持体の表面に潜像を形成する潜像形成工程と、前記潜像を形成した潜像保持体面へ現像装置のトナー担持体表面に形成されたトナー薄層を接触もしくは対峙させて潜像をトナー像化する現像工程と、前記トナー

5

像を像支持体面に転写する像転写工程と、前記転写後に潜像保持体面上に残留する残留トナーの分布を均一化する均一化工程を具備し、上記の現像工程で潜像をトナー像化するとともに、前記均一化工程により分布が均一化された残留トナーを前記現像装置内に吸引・回収する画像形成方法において、均一化工程における残留トナーの帯電量 q_i が、

$$|q_i| \leq 40 \text{ [nC/kg]}$$

を満たしていることを特徴とする。

【0016】

【作用】本発明によれば、現像トナーによって高濃度の現像を行いつつ、残留トナーを確実にクリーニングすることができる。すなわち、トナーの抵抗値、現像のトナー帯電量、残留トナーの帯電量を所定の範囲内に選択・設定したことにより、トナーこぼれを防止しつつ、確実な現像もしくはクリーニング電界によってメモリのない高品位の画像を得ることが可能となる。また、均一化工程における残留トナーの帯電量を所定の範囲内に選択・設定することにより、残留トナー分布を確実に均一化する

ことも可能となるため、メモリの発生をより確実に防

止できる。

【0017】

【実施例】以下、図1～11を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0018】まず、図1は本発明方法の実施に用いた現像装置の要部を断面的に示したもので、1は静電潜像保持体、たとえば負帯電型の有機感光体ドラムである。3は現像装置、たとえば成分非磁性現像装置、4は前記現像装置3に装着された現像ローラ（トナー担持体）であり、表面に担持するトナー薄層を介して感光体1の表面に軽く接触しつつ、感光体1の周速の1.2～4.0倍程度の周速で回転する構成と成っている。なお、前記現像ローラ（トナー担持体）4は、導電性ポリウレタンゴムローラの表面に、導電性ウレタンエラストマーをコーティングした構成を成している。なお、図1において5は転写帯電器、8は除電ランプ、9は帯電器（スコロトン帯電器）、10は光ビーム（レーザービーム）、11は均一化ブラシ、12は均一化ブラシ11に所要の電位を与える直流電源、13はトナー担持体4にトナー2を供給するトナー供給ローラ、14はたとえばスプリング作用によってトナー担持体4面に端面が対接して担持されるトナー層厚規制部材、15はトナー攪拌子である。

【0019】次に、本発明に係る画像形成方法のクリーナレスプロセスにおける現像同時クリーニング特性と、メモリ発生メカニズムについて、実験と理論解析によって説明する。

【0020】はじめに、接触型一成分非磁性現像（画像形成）方式を用いたクリーナレスプリンタによる画像形成工程を模式的に図2(a)～(f)に示す。この画像形成工程においては、残留トナー2'が表面に付着している感

6

光体1面に、帯電器9によって所要の帯電を行った後（図2(a)）、感光体1面にレーザービーム露光を行い所要の潜像を形成・担持させる（図2(b)）。次いで、前記潜像を形成・担持した感光体1面に、トナー担持体4面を軽く接触させて前記潜像を現像すると同時に感光体1面のクリーニングを行った後（図2(c)）、感光体1面のトナー像を転写帯電器5によって像支持体（転写紙）6に転写する（図2(d)）。しかる後、前記感光体1面は除電ランプ8によって除電されてから（図2(e)）、均一化ブラシ11によって感光体1面の残留トナー2'の分布が均一化される（図2(f)）。反転現像法を用いた光プリンタにおいては、上記のように現像工程で現像とクリーニングとを同時に実行することができる。すなわち、感光体1の露光部にトナーを付着させると同時に、未露光部に付着している残留トナー2'をトナー担持体4面に吸着して現像装置3内に回収する。そして、弾性導電ローラを用いた接触型一成分非磁性現像（画像形成）は、強い現像クリーニング電界を形成できるため、クリーニング機能も高くこのプロセスに適するといえる。

【0021】残留トナー2'量が極端に多い場合には、形成される画像にポジもしくはネガのメモリが発生するが、実用上は前記図2(f)で示す残留トナー2'の均一化工程で、残留トナー2'の分布を均一化することによって、前記メモリの発生を確実に防止することができる。

【0022】次に、現像同時クリーニングのメカニズムについて図3を参照して説明する。感光体層、残留トナー層およびトナー担持体の各層にガウスの法則を適用し、電位 ϕ に関するポアソンの方程式を解く。

$$\text{【0023】} \operatorname{div} D_p = 0$$

$$\operatorname{div} D_r = q_r m_r / d_r$$

$$\operatorname{div} D_i = q_i k m_i / d_i$$

ここで、境界条件はx方向の単位ベクトルをnとして次のように表わされる。

$$D_p \cdot n = \sigma_p$$

$$(D_r - D_p) \cdot n = \sigma_p$$

$$(D_i - D_r) \cdot n = 0$$

$$-D_i \cdot n = \sigma_i$$

$$\phi_p(0) = 0$$

$$\phi_p(dp) = \phi_p(dp)$$

$$\phi_p(dp + dr) = \phi_p(dp + dr)$$

$$\phi_p(dp + dr + dt) = V_b$$

$$\sigma_p = \epsilon_p (V_b / dp)$$

上記の境界値問題を解くことによって、トナー層中の電位 ϕ_r および ϕ_i が得られる。電界 $-d\phi/dx$ がゼロとなる点 X_0 においてトナー層が分離し、現像もしくはクリーニングが完了する。 $X_0 < dp + dr$ のときにはクリーニングが、 $X_0 > dp + dr$ のときには現像が行われ、感光体表面のトナー付着量 m は、 $m_r(X_0 - dp)/dr$ および $m_i(X$

7

。 $-dp-dr)/dt+mr$ によってそれぞれ導かれる。ただしここで k は感光体表面の速度 V_i とトナー担持体表面の速度 V_o の比 V_o/V_i を表し、 m_o はトナー担持体表面の単位面積当たりに付着している現像トナーの重量、 m_r は感光体表面の単位面積当たりに付着している残留トナーの重量を表す。

*

$$m = \frac{1}{A} \left\{ -\frac{V_p - V_b}{q r} - \frac{q r}{q t} \left(\frac{dr}{2 \epsilon r} + \frac{dp}{\epsilon p} \right) m_r + \frac{k m_o dt}{2 \epsilon} \right\} + m_r$$

【0027】クリーニング方程式 ($m \leq m_r$ のとき) :

※【数2】

【0028】

※

$$m = \frac{1}{A} \left\{ -\frac{V_p - V_b}{q t} + \left(\frac{dr}{2 \epsilon r} + \frac{dt}{\epsilon t} \right) m_r + \frac{k m_o dt}{2 \epsilon} \right\}$$

【0029】ただし、 $A = dp/\epsilon p + dr/\epsilon r + dt/\epsilon t$ である。

【0030】残留トナーの存在によって、上記方程式中の V_p の値 (感光体1表面の電位) がどのように変化するかについてみると、帯電工程では残留トナー粒子がコロナイオンを遮蔽し、 $|V_p|$ を低下させる。ここで、トナー粒子を球形とし、感光体1面の被覆率 η とすると、 $\eta = \pi R^2 \cdot m_r / (3/4 \pi \rho R^3) = 3m_r / 4 \rho R$ となる。トナーが付着した感光体全体の表面電位を V_i 、トナー付着部分の寄与を V_i 、非着部分の寄与を V_o とすると、これらの電位は残留トナー量 m_r に対してリニアな依存性を示し、帯電工程における残留トナーの作用は、

$$V_o = K_1 m_r - 500 \dots (1)$$

で示され、 V_o は露光工程における初期電位に相当する。

【0031】露光工程における初期電位 V_o に対して、残留トナーを介してレーザビーム露光を行うと、残留トナー層の光透過率は $1 - \eta$ であるため、レーザビームの入★

$$I_2 < I \leq I_1 \text{ のとき}$$

$$V_p = (k_7 / (I - k_8 + k_9 - V_r)) (V_o - V_r) / (-500 - V_r) + V_r \dots (6)$$

ただし、 $V_p \leq -50V$ 、 I_1 は感光体表面における露光エネルギーの最大値、 I は残留トナー層通過後の露光エネルギー、 $k_1 \sim k_9$ および $I_0 \sim I_2$ は定数である。式(1)~(6)で前記現像・クリーニング方程式に代入することにより、現像同時クリーニング後に、感光体に付着するトナー量 m を残留トナー量 m_r の関数として表すことができる。図4に感光体に付着するトナー量 m と残留トナー量 m_r の関係を図示した。図4から分かるようにモデルに基づく理論カーブ (実線) に対し、実験結果 (点線) はこれを忠実に再現していた。

【0034】上記計算において $m_o = 0.64 \times 10^{-2} \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ 、 $m_r = 0.607 \times 10^{-2} \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ 、 $V_p = -200V$ 、 V_r

8

*【0024】以上の解析の結果、次のような現像・クリーニング方程式が得られる。

【0025】現像方程式 ($m \geq m_r$ のとき) :

【0026】

【数1】

20★射エネルギーを I_0 としたとき、感光体表面に到達するエネルギー I は、次式で与えられる

$$I = I_0 (1 - \eta) = I_0 (1 - 3m_r / 4 \rho R)$$

しかして、残留トナー量 m_r による感光体1面の遮光は、

$$m_r \leq m_c \text{ のとき、 } I = I_0 (1 - k_2 m_r) \dots (2)$$

$$m_r \geq m_c \text{ のとき、 } I = I_0 (k_3 / m_r) \dots (3)$$

で示される。

【0032】上記の露光によって感光体表面の初期電位 V_o は V_p に変化するので、たとえば積層型有機感光体における光キャリアの発生と輸送現象とを考慮すると、感光体の表面電位 V_p の光減衰特性は次の3つの式に近似し得る。

【0033】 $I < I_1$ のとき

$$V_p = (k_4 I - 500 - V_r) (V_o - V_r) / (-500 - V_r) + V_r \dots (4)$$

$I_1 \leq I \leq I_2$ のとき

$$V_p = (k_5 \exp(-k_6 I) - V_r) (V_o - V_r) / (-500 - V_r) + V_r \dots (5)$$

$= -50V$ 、 $dp = 20 \mu m$ 、 $dt = 11 \mu m$ 、 $dr = m_r \times 10^{-3} \text{ (m)}$ 、 $\epsilon p = 3.4 \epsilon_0$ 、 $\epsilon r = 1.0 \epsilon_0$ 、 $\epsilon t = 1.1 \epsilon_0$ 、 $q = -5.6 \times 10^{-3} \text{ (C/kg)}$ 、 $q_r = -24 \times 10^{-3} \text{ (C/kg)}$ 、 $k_0 = 2.0$ 、 $k_1 = 1.20 \times 10^4$ 、 $k_2 = 1.24 \times 10^2$ 、 $k_3 = 0.15 \times 10^{-2}$ 、 $k_4 = 1.74 \times 10^6$ 、 $k_5 = -515$ 、 $k_6 = 450$ 、 $k_7 = -0.23$ 、 $k_8 = 1.1 \times 10^{-3}$ 、 $k_9 = -9$ 、 $I_1 = 0.9 \times 10^{-3} \text{ (J/m}^2 \text{)}$ 、 $I_2 = 3.66 \times 10^{-3} \text{ (J/m}^2 \text{)}$ 、 $I_0 = 13.2 \times 10^{-3} \text{ (J/m}^2 \text{)}$ である。

【0035】前記のように確認されたモデルに基づき、現像・クリーニング特性について説明する。

【0036】先ず、現像領域に進入する現像トナーの帯電量の影響についてみると、残留トナーが存在しないと

9

きには、現像特性はトナー担持体表面に付着している現像トナーの帯電量 q_1 に対し図5に示すような依存性を示す。 $|q_1|$ が低いときは直線の傾きが急峻で2値的な特性を示し、 $|q_1|$ の増加に伴ってアナログ的な特性へと変化する。そして、現像トナーの帯電量を低い値に抑えることによって、低電位現像が可能となる。

【0037】図6は現像トナーの帯電量が、現像・クリーニング特性に及ぼす影響について示したもので、高濃度部およびハーフトーン部では、現像トナーの帯電量 $|q_1|$ が低い程ネガメモリが顕著に現れる。この理由は $|q_1|$ が低いほど現像特性が急峻となり、遮光作用によって感光体1電位の変動が強調されるからである。一方、現像トナーの帯電量 $|q_1|$ が高いほど、背景にボジメモリが発生し易い傾向が認められる。図7は前記現像トナーの帯電量とメモリ発生（メモリ強度）の傾向を示したものである。ただし、メモリ強度は、残留トナー2'の存在する部分と存在しない部分における感光体1へのトナー付着量の差で定義したものである。

【0038】次に現像領域に進入する残留トナーの帯電量の影響についてみると、たとえば図8および図9にそれぞれ示すように、前記現像トナーの場合と異なり、高濃度部、ハーフトーン部および背景のいずれにおいても、残留トナーの帯電量 $|q_r|$ が小さいほどメモリの発生が抑制される傾向が認められる。そして、残留トナーの帯電量 $|q_r|$ が大きい場合は、残留トナーが感光体側に強く束縛されるため、クリーニングが困難となり、背景にボジメモリを発生し易くなる。一方、画像部でも残留トナーが現像トナーに対して静電反発力を及ぼすため、残留トナーの帯電量 $|q_r|$ が増す程ネガメモリを生じ易くなる。図10(a)および(b)は、前記の現像・同時クリーニングの現象ないし挙動を模式的に示したもので、残留トナー2'の帯電量 $|q_r| = -24(\text{mC/kg})$ では、所要のクリーニングが進行し易いのに対し、残留トナー2'の帯電量 $|q_r| = -34(\text{mC/kg})$ の場合は、背景にボジメモリを発生し易くなっている。

【0039】これらの結果ないし傾向は、感光体への帯電工程で残留トナーに与えられる負コロナイオンの量が少ない程好ましいことを意味し、こうした点で感光体電位が500V以下でも所要の現像が可能な接触型一成分非磁性現像方式のクリーナレスプロセスに適するといえる。

【0040】一方、トナー担持体4表面に付着して現像領域に供給される現像トナー量 m_0 も、前記現像クリーニング特性に影響する。図11は現像トナー量 m_0 とメモリ強度との関係を示したもので、一般的に現像トナー量 m_0 の減少によってメモリの発生が抑制される傾向が認められる。したがって、可能な限り少ない現像トナー量 m_0 で、所要の画像濃度が得られる現像条件の選択が重要となる。さらに、前記トナー担持体と感光体の速度比 k の変化は、現像領域に進入する現像トナー量 m の増減に影響するため、メモリ強度に対する現像トナー量 m

10

の場合と同様な作用・効果を呈する。ただし、適度な速度比 k （速度差）は、残留トナーの凝集・付着などを抑制してクリーニング作用を助長する。

【0041】いわゆるクリーナレス画像形成方法において、良好な記録・画像を得る上では、前記したようにトナー帯電量など最適な範囲を具体的に選択・設定する必要があり、以下この点について説明する。

【0042】まず、本発明のクリーニングレス画像形成方法では、現像トナーの帯電量の絶対値 $|q_1|$ は0.5[mC/kg]~40[mC/kg]でなければならない。つまり、現像トナーの帯電量の絶対値 $|q_1|$ が0.5[mC/kg]よりも小さい場合は、トナー担持体表面への付着力が弱く、搬送中にトナー担持体表面からの離脱を起こし、所要の現像を達成し難いからである。一方、現像トナーの帯電量の絶対値 $|q_1|$ が40[mC/kg]を超える場合は、前記図5に図示したように、現像特性の傾きが著しく小さくなり、十分な画像濃度とカブリのない背景を得るためには、感光体1の表面電位の絶対値を1000V以上に設定しなければならない。ここで、感光体1の表面電位の絶対値を1000V以上に設定すると、通電劣化によって感光体の特性が容易に劣化し実用に供し得なくなるので、現像トナーの帯電量の絶対値 $|q_1|$ は40[mC/kg]を超えない範囲に選択・設定される。なお、ここで現像トナーの帯電量は次のようにして測定したものである。すなわち、感光体面に付着したトナーをエアで吹き飛ばしつつ、同時に感光体の導電ベースから逃れ去る鏡像電荷を測定し、この値をトナー重量で割ることにより算出した値である。

【0043】また実用的な面からみた場合、転写工程におけるトナーの転写効率 η は60~90%程度であり、均一化ブラシ11で均一化操作を行ったとしても、残留トナー量は $0.1 [\times 10^{-2} \text{ Kg/m}^2]$ 程度となることがある。実験的には、現像トナーの帯電量 $|q_1|$ が40[mC/kg]を超えると、 $0.1 [\times 10^{-2} \text{ Kg/m}^2]$ の残留トナー量をクリーニングすることが不可能となるので、 $|q_1|$ は40[mC/kg]を超えない範囲に選択・設定される。

【0044】さらに、トナーの固有電気抵抗値 R については、 $R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ に選択・設定される。つまり、 $R < 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の場合は、転写後に感光体面に残留したトナーが帯電工程を通過した後に保持する電荷量の絶対値が0.5[mC/kg]未満となるときもあり、クリーニングが不完全になる傾向が認められるからである。

【0045】上記の実施例を要約すると、現像トナーの固有電気抵抗値 R は、 $R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ を満たし、かつ現像トナーの帯電量の絶対値 $|q_1|$ が、0.5[mC/kg]~40[mC/kg]、より好ましくは0.5[mC/kg]~20[mC/kg]に選択・設定されることになる。

【0046】実施例2

この実施例は残留トナーの帯電量と現像・同時クリーニング特性との関係を具体的に示すもので、固有電気抵抗

値 R の異なる6種類の現像トナーを用意した。トナーの固有電気抵抗値 R が、 $R < 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の場合は、クリーニング不良が発生し易く、その原因を調査したところ、現像領域に進入する直前の残留トナーの帯電量が0.5[mC/kg]未満になる場合もあり、このため電界によるクリーニングが不十分となる傾向がある。換言するとトナーの抵抗値が低い場合は、帯電工程で残留トナーに与えられた電荷が現像領域に到達する以前に逃れ去りクーロン力が不十分となって所要のクリーニングを達成し得ないことになる。

【0047】また、残留トナーが潜像工程を通過した後には有する電荷量が60[mC/kg]を超えると、実用上可能な如何なる条件下でもクリーニング不良もしくはメモリが現れ易いことが確認された。つまり、帯電量が過大であるため、感光体の導電ベースへ向かう鏡像力が極端に大きくなってクリーニングが困難になったり、あるいは現像トナーの静電反発力が増すことによって現像不足（すなわちネガメモリ）を生じる傾向も確認された。

【0048】この実施例を要約すると、トナーの固有電気抵抗値 R は、 $R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ を満たし、かつ残留トナーが潜像工程を通過した後には有する電荷量 q_r が、 $0.5[\text{mC/kg}] \leq |q_r| \leq 60[\text{mC/kg}]$ 、より好ましくは8[mC/kg] $\leq |q_r| \leq 40[\text{mC/kg}]$ に選択・設定されることになる。

【0049】実施例3

この実施例は、確実なクリーニングを行う一方で、十分な画像濃度を得る場合の具体例を示す。前記したようにクリーニングを確実に行うためには、現像領域に進入する現像トナー供給量 k_m を可能な限り小さくすることが望ましいが、他方十分な画像濃度を得るためには、実用上少なくとも現像領域に進入する現像トナー供給量 k_m は、 $0.6 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2]$ 以上でなければならない。なお前述したように、 k は感光体1表面とトナー担持体4面の速度比、 m_0 はトナー担持体4面に付着して搬送される現像トナー量 $[\text{Kg/m}^2]$ である。現像領域に進入する現像トナー供給量が $0.6 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2]$ 未満であると、このトナーが全て現像に寄与したとしても、転写支持体（たとえば紙）面に転写・定着された画像の光学濃度が1.0を下回り貧弱な画像しか得られなかった。

【0050】一方、現像領域に進入する現像トナー供給量 k_m が、 $3.0 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2]$ を超えると、実用上可能な条件下においては、ポジメモリすなわちクリーニング不良を完全に解消することが困難になる。その理由は、トナー担持体4と感光体1との間に存在するトナー層の厚さが過大になり、クリーニング電界が弱まるため、十分なクリーニング機能を呈し得なくなるからである。

【0051】この実施例を要約すると、現像工程において潜像に対峙する現像トナー供給量 k_m を、 $0.6 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2] \sim 3.0 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2]$ 、より好ましくは0.

$6 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2] \sim 1.8 [\times 10^{-2} \text{Kg/m}^2]$ に設定することがポイントとなる。そして、このときトナーの固有電気抵抗値 R が、 $R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ を満たすことが好ましく、さらに現像トナーの帯電量の絶対値 $|q_t|$ が、 $0.5[\text{mC/kg}] \sim 40[\text{mC/kg}]$ で、また潜像工程を通過した後には有する残留トナーの電荷量 q_r が、 $0.5[\text{mC/kg}] \leq |q_r| \leq 60[\text{mC/kg}]$ に選択・設定されることがより好ましい。

【0052】実施例4

10 この実施例は現像トナーの帯電量 q_t と残留トナーの帯電量 q_r とが、現像・同時クリーニングに及ぼす影響を具体的に示したもので、前記現像トナーの帯電量 q_t と残留トナーの帯電量 q_r との積 $q_t \cdot q_r$ が、 $0.25 \leq q_t \cdot q_r \leq 1800$ の範囲内に選択・設定することが好ましい結果を示した。すなわち、 $|q_t|$ および $|q_r|$ が小さい場合は、良好な現像・同時クリーニング特性を呈し、 $|q_t| \geq 0.5$ 、 $|q_r| \geq 0.5$ であればよいことが確認された。ここで、 q_t 、 q_r は帯電極性が同じであることが、現像・同時クリーニングの必要条件であり、したがって $q_t \cdot q_r = 0.25$ が最小値となる。他方、最大値については前記他の実施例で示した $|q_t| \leq 40$ 、 $|q_r| \leq 60$ の値をそのまま適用し得ない。その理由は、たとえば $|q_t| = 40$ 、 $|q_r| = 60$ のでは両者の帯電量が極端に大きいため、現像領域で両者の間にいちじるしい静電反発が生じ、クリーニング不良によるポジメモリと、現像不良によるネガメモリとがそれぞれ発生する。そして、 $q_t \cdot q_r \leq 1800$ の以内に選択・設定した場合は、前記のようなメモリ発生の問題が解消されることを確認した。

20 【0053】この実施例を要約すると、現像トナーの固有電気抵抗値 R を、 $R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 、また現像領域に進入する現像トナーの帯電量 q_t [mC/kg] と残留トナーの電荷量 q_r [mC/kg] との積を $0.25 \leq q_t \cdot q_r \leq 1800$ の範囲内に選択・設定することがより好ましいことになる。

【0054】実施例5

この実施例は転写後、感光体面に残留している残留トナーの分布状態がメモリの発生に及ぼす影響を示すもので、均一化部材としてはたとえばブラシや発泡弾性体、ゴム、可撓性フィルム、金属製の板もしくはローラなどが挙げられ、この均一化部材の接触による機械的な作用によって残留トナーの均一化を行ってもよいが、均一化部材を導電性として電圧を印加し、電気的な作用で残留トナーの均一化を行うのが望ましい。

【0055】しかし、いずれの場合も、残留トナー分布の均一化を効果的に達成するためには、残留トナーの帯電量が重要なファクタとなる。つまり、残留トナーの帯電量が極端に大きい場合は、感光体の導電ベースへ向かう鏡像力が過大になって、均一化部材によるトナー均一化が困難になるからである。均一化部材を導電性とし、

電圧を印加する場合、印加する電圧の絶対値は直流のとき800V以下、交流のときピーク値差3KV以下とすることによって、感光体の絶縁破壊を防止しつつ所用の均一化を図ることができる。実験の結果、前記のような条件下では、残留トナーの均一化工程における帯電量 q_1 を $|q_1| \leq 40$ [mC/kg]と設定する必要が確認された。非導電性部材11で均一化を行う場合を考慮すると、 $|q_1| \leq 20$ [mC/kg]とすることが好ましい。

【0056】なお、ここで残留トナーの均一化工程における帯電量 q_1 は、次のようにして測定した値である。すなわち、画像形成工程の実行中にすべての動作を停止すると、転写領域から均一化領域に至る間の感光体表面には、残留トナーが付着している。このような状態の感光体を装置から取り外し、転写領域から均一化領域に至る間に存在する残留トナーをエアで吹き飛ばしつつ同時に感光体の導電ベースから逃れ去る鏡像電荷 q_1' を測定する。ここで、 q_1' は q_1 と等量異符号の関係にあり、またトナー重量はトナー吹き飛ばし前後の感光体の重量を測定して重量差から算出できる。

【0057】上記において残留トナーの均一化をより効果的に達成するため、均一化工程に至る前に感光体電位を均一化しておくことが好ましい。すなわち、転写工程後、除電ランプ、除電用コロナチャージャ、あるいは除電用導電性ブラシなどを、転写工程から均一化工程に至る間に配置し、感光体表面電位の絶対値を200V程度以下に設定することが好ましい。このように、感光体表面電位の絶対値を200V程度以下に設定することにより、残留トナーの感光体表面への付着力が弱まり、確実な残留トナーの均一化が達成される。勿論均一化部材による均一化の作用・効果が顕著な場合は、このような電位の均一化操作は不要である。

【0058】

【発明の効果】上記説明したように本発明に係る画像形成方法、換言するといわゆるクリーナレス方式の画像形成方法によれば、すぐれた現像・同時クリーニング特性が得られ、常にメモリのない高品質ないし良好な画像を出力し得る。このように、高品質な画像を容易に、かつ確実に出力し得ることは、クリーナレス画像形成装置が比較的簡略で取扱い易いことなどと相俟って、実用上多くの利点をもたらす。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像形成方法に用いるクリーナレス記録装置の要部構成例を示す断面図。

【図2】本発明に係る画像形成方法における画像形成工程を模式的に示すもので、aは残留トナーが付着する感

光体面に静電位を付与する状態を示す断面図、bは静電位を付与した感光体面に露光をする状態を示す断面図、cは露光した感光体面にトナー担持体面に担持された現像トナーを接触させて現像する状態を示す断面図、dは感光体面のトナー像を像支持体面に転写する状態を示す断面図、eは転写後の感光体面を除電する状態を示す断面図、fは均一化部材で感光体面に付着している残留トナーを均一分布化する状態を示す断面図。

【図3】本発明に係る画像形成方法における現像同時クリーニング領域をモデル化して示す模式図。

【図4】本発明に係る画像形成方法において残留トナー量と現像同時クリーニング後のトナー付着量の関係について理論値および実験値を示す曲線図。

【図5】本発明に係る画像形成方法において現像電位とトナー付着量の関係について理論値および実験値を示す曲線図。

【図6】本発明に係る画像形成方法において感光体面に付着するトナー量と残留トナー量の関係について理論値および実験値を示す曲線図。

【図7】本発明に係る画像形成方法において用いるトナーの帯電量とメモリ強度の関係について理論値および実験値を示す曲線図。

【図8】本発明に係る画像形成方法において感光体面に付着するトナー量と残留トナー量の関係について理論値および実験値を示す曲線図。

【図9】本発明に係る画像形成方法において用いるトナー帯電量とメモリ強度の関係を示す曲線図。

【図10】本発明に係る画像形成方法における現像同時クリーニングの現象をモデル化して示す模式図で、aはクリーニングが良好に行われた状態を示す断面図、bはボジメモリが残存している状態を示す断面図。

【図11】本発明に係る画像形成方法において現像領域に進入する現像トナー量とメモリ強度の関係を示す曲線図。

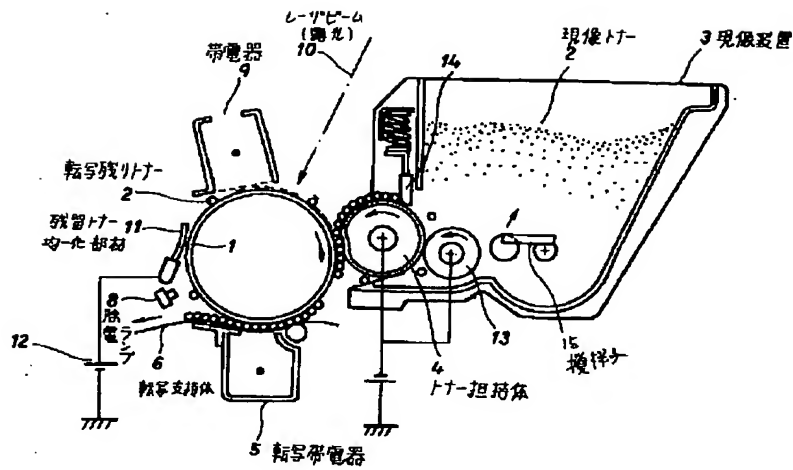
【図12】従来のクリーナレス画像形成に用いられているクリーナレス記録装置の要部構成例を示す断面図。

【符号の説明】

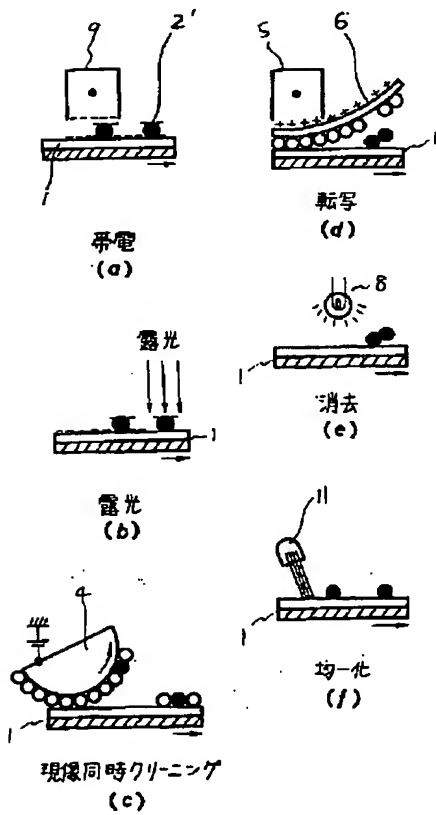
1…潜像保持体(感光体) 2…トナー 2'…残留トナー 3…現像装置 4…トナー担持体(現像ローラ) 5…転写帯電器 6…像支持体 9…帯電器 10…光ビーム 11…トナー均一化ブラシ出願人

株式会社 東芝同
東京電気株式会社代理人 弁理士 須山 佐一(ほか1名)

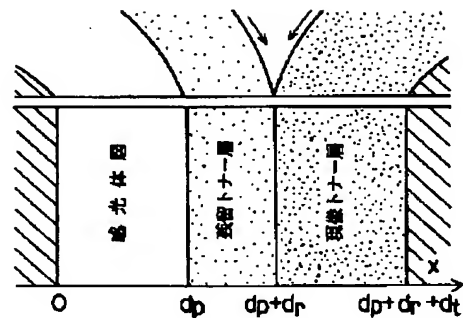
【図1】



【図2】

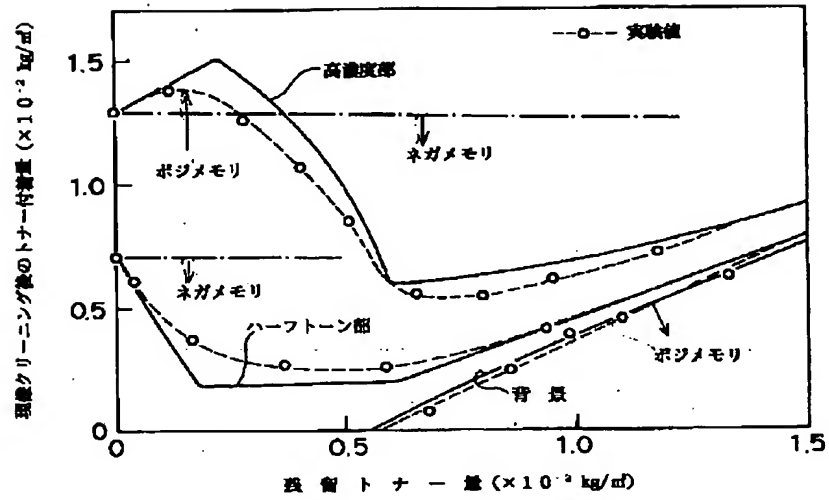


【図3】

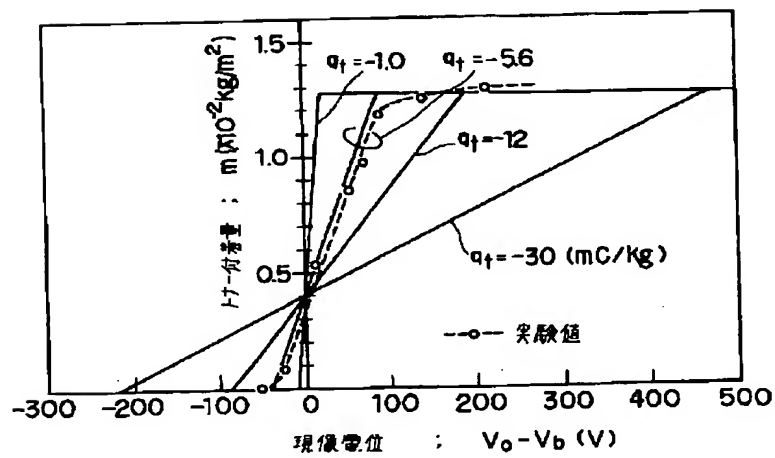


電束密度	D_p	D_r	D_t	
電位	ϕ_p	ϕ_r	ϕ_t	V_b
トナー濃度		m_r	km_0	
電荷密度	σ_b	q_r	q_t	σ_t
誘電率	ϵ_p	ϵ_r	ϵ_t	

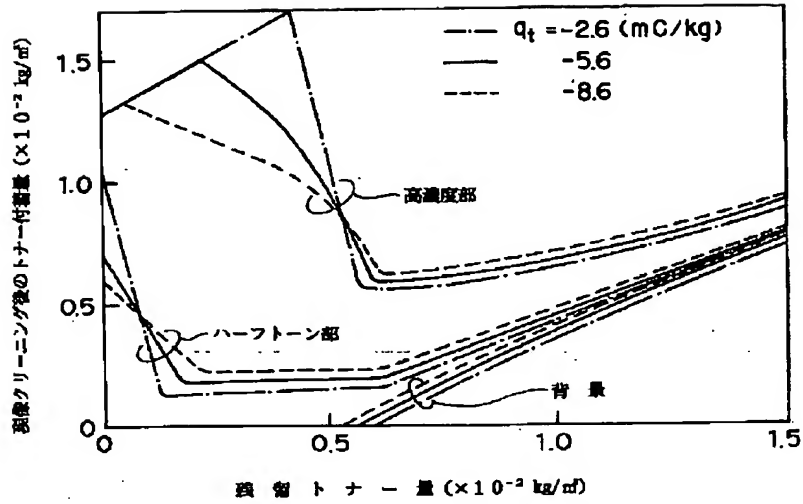
【図4】



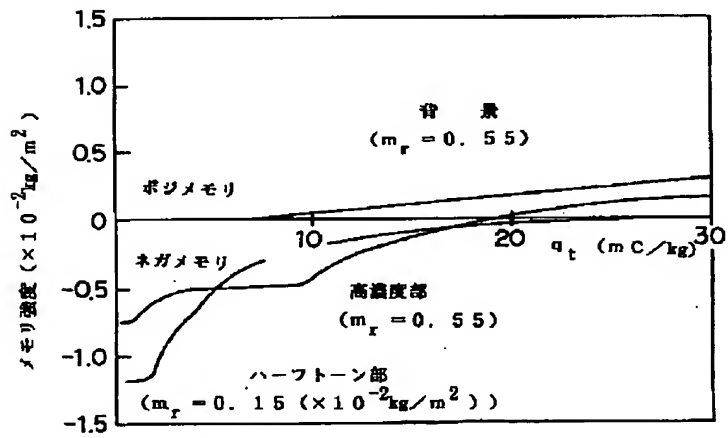
【図5】



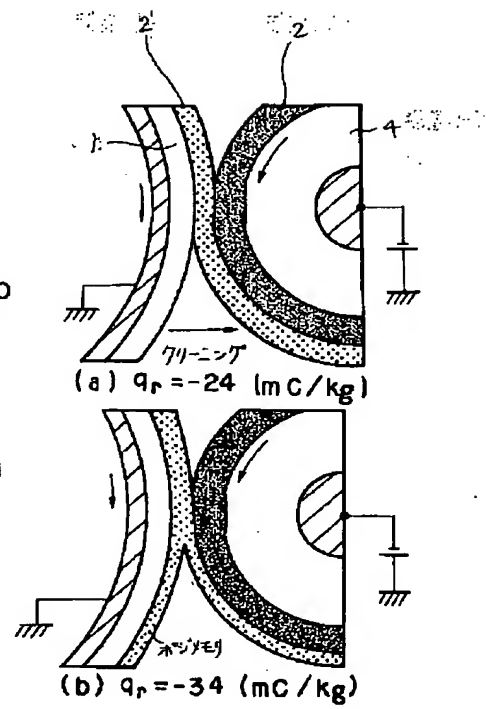
【図6】



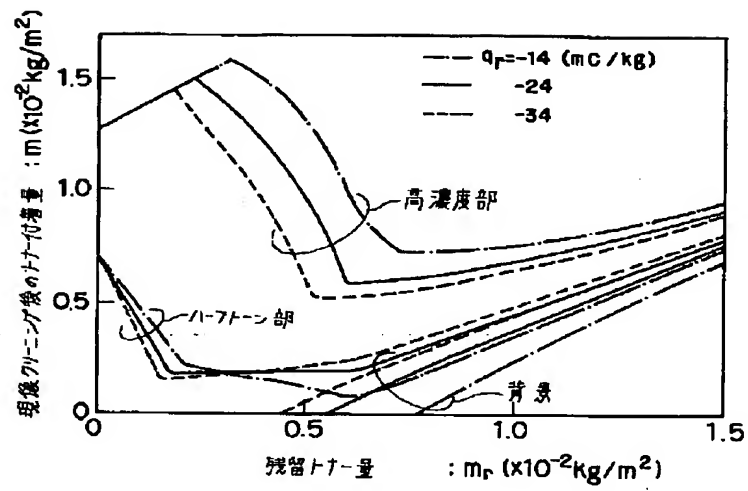
【図7】



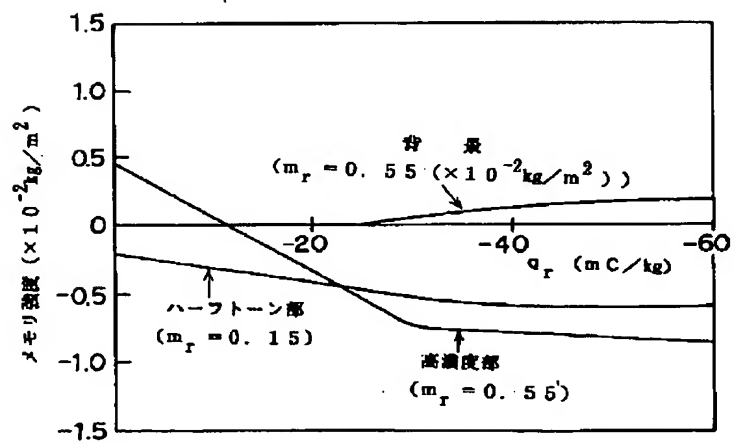
【図10】



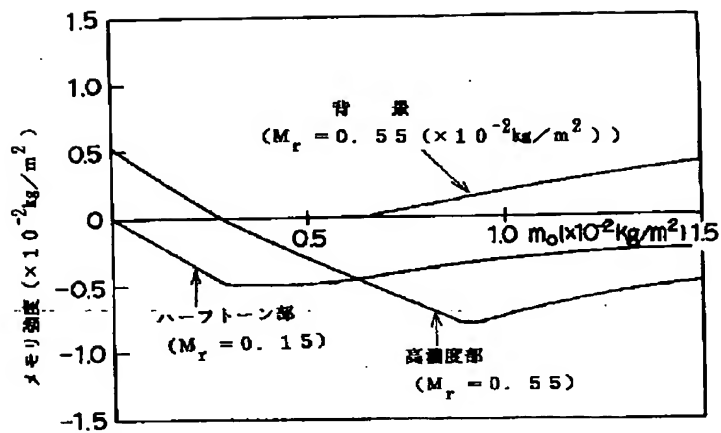
【図8】



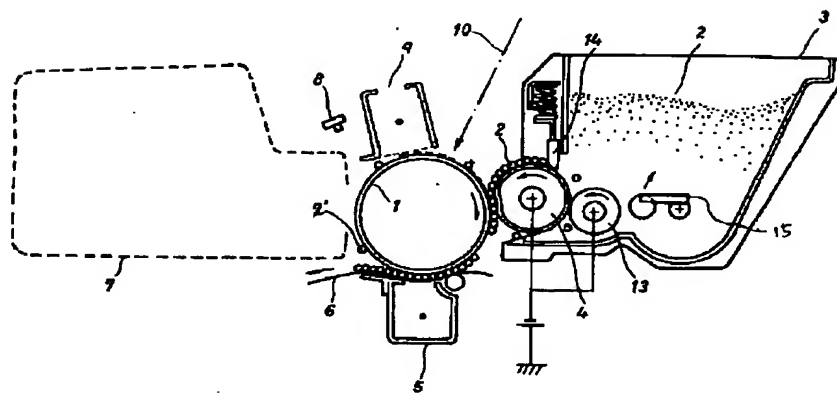
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 上原 勤
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 大杉 之弘
静岡県三島市南町6-78 東京電気株式会
社技術研究所内